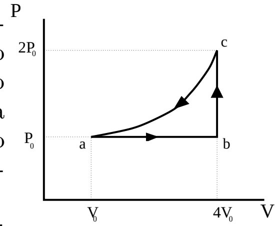
UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FIS01020 - TERMODINÂMICA A

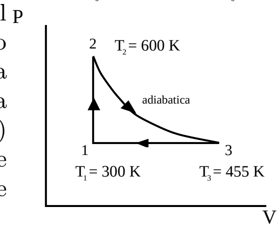
Lista de problemas 2

Instituto de Física

1. Considere um mol de um gás monoatômico ideal. *a*) Quanto trabalho é feito na expansão de a até c ao longo de abc? *b*) Qual a variação da energia interna e da entropia em cada trecho e no ciclo completo? Expresse as respostas em termos de P_0, V_0 e T_0.



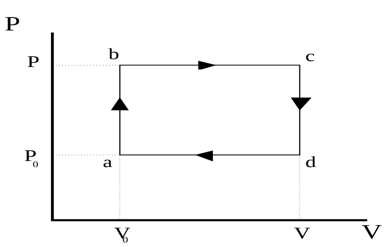
2. Um mol de gás monoatômico ideal passa pelo ciclo 123. *a*) Calcule o calor, a variação da energia interna e o trabalho realizado em cada uma das etapas e no ciclo completo. *b*) Se a pressão inicial no ponto 1 é de 1 atm, encontre a pressão e o volume nos pontos 2 e 3.



3. Num ciclo de Carnot, a expansão isotérmica do gás ocorreu a 400 K e a compressão isotérmica a 300 K. Durante a expansão, 500 cal de energia térmica foram transferidas para o gás. Determine: *a*) o trabalho realizado pelo gás durante a expansão isotérmica; *b*) o calor rejeitado pelo gás durante a compressão isotérmica; *c*) o trabalho realizado sobre o gás durante a *compressão isotérmica* e *d*) a variação da entropia do gás e do universo para cada uma das quatro etapas do ciclo e para o ciclo completo.

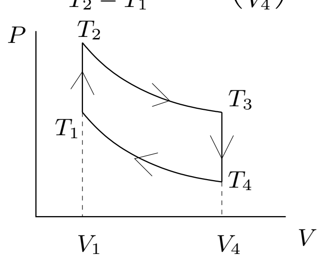
4. Uma máquina de Carnot opera entre as temperaturas T_1 e $T_2 < T_1$. Ela faz funcionar um refrigerador de Carnot que opera entre duas outras temperaturas, T_3 e $T_4 < T_3$. Ache a razão Q_3/Q_1 em função das quatro temperaturas dadas.

5. Um mol de gás ideal monoatômico é usado como substância de trabalho de uma máquina que opera no ciclo mostrado na figura. Calcule: (a) o trabalho realizado por ciclo; (b) o calor absorvido por ciclo durante a fase de expansão abc; (c) a eficiência da máquina; (d) qual a eficiência de uma máquina de Carnot operando entre as temperaturas mais alta e mais baixa presentes no ciclo da figura? Como isto se compara com o item (c)? Admita que $P = 2P_0$ e $V = 2V_0$.



6. Um motor a combustão interna de gasolina descreve um ciclo que pode ser aproximado pelo ciclo Otto, composto por duas isocóricas e duas adiabáticas. Suponha um gás ideal como substância de trabalho. Mostre que a eficiência é

$$\eta = 1 - \frac{T_3 - T_4}{T_2 - T_1} = 1 - \left(\frac{V_1}{V_4}\right)^{\gamma - 1}.$$



7. As máquinas abaixo operam entre dois reservatórios térmicos a 400 K e 300 K. Os dados de cada uma, por ciclo de operação, são :

A: $Q_q = 200$ J, $Q_f = -175$ J e $W = 40$ J;
B: $Q_q = 500$ J, $Q_f = -200$ J e $W = 400$ J;
C: $Q_q = 600$ J, $Q_f = -200$ J e $W = 400$ J;
D: $Q_q = 100$ J, $Q_f = -75$ J e $W = 25$ J;

Para cada máquina, verifique se a Primeira *e/ou* a Segunda Lei da Termodinâmica são violadas ou não. Para as que não violam nenhuma das leis, diga se são reversíveis ou não.

8. Um cubo de gelo de 10 g, a -10 °C, é colocado em um lago cuja temperatura é de +15 °C. Calcule a variação de entropia do sistema enquanto o gelo entra em equilíbrio térmico com o lago. Dica: considere o lago como um reservatório térmico.

9. Um mol de gás monoatômico ideal passa do estado inicial, cuja pressão é P e volume é V, para um estado final de pressão $2P$ e volume $2V$, através de dois processos quase-estáticos diferentes: (I) ele se expande isotermicamente até que seu volume dobre e, em seguida, sua pressão é aumentada a volume constante, até atingir o estado final mencionado; (II) ele é primeiro comprimido isotermicamente até que sua pressão dobre e, em seguida, seu volume é aumentado até o valor final. (a) Desenhe o caminho de cada processo num diagrama PV; para cada um deles, e em função de P e V, calcule: (b) o trabalho realizado sobre o gás; (c) a variação da energia interna; (d) o calor absorvido pelo gás e (e) a variação da entropia.

10. Mostre que em um ciclo de Carnot, o produto do maior e do menor volume é igual ao produto dos volumes intermediários: $V_1 V_3 = V_2 V_4$.

11. Callen: 1.8-1 a 5

12. Callen: 1.10-1 a 3

13. Callen: 2.2-1 a 7

14. Callen: 2.3-1 a 4

15. Callen: 2.7-1

16. Callen: 2.8-1

17. Calcule a equação fundamental para o gás de van der Waals, cujas equações de estado são

$$\begin{aligned} P &= \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{v^2} \\ u &= \frac{f}{2}RT - \frac{a}{v} \end{aligned}$$

onde a e b são constantes.

18. A partir da equação de Euler, mostre que a equação de Gibbs-Duhem na representação de entropia é

$$d\left(\frac{\mu}{T}\right) = ud\left(\frac{1}{T}\right) + vd\left(\frac{P}{T}\right)$$

19. Callen: 3.1-1

20. Callen: 3.2-1

21. Callen: 3.3-1 a 4